



А.В.Мехренцев  
Э.Ф.Герц  
Я.Мартинек  
Л.Новак

## **КАНАТНЫЕ ТРЕЛЕВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ**

Екатеринбург  
Брно  
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра технологии и образования  
лесопромышленного производства

Сельскохозяйственный и лесной университет им. Менделя  
Чехия

А.В.Мехренцев  
Э.Ф.Герц  
Я.Мартинек  
Л.Новак

## **КАНАТНЫЕ ТРЕЛЕВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ**

Методические указания  
для самостоятельной работы студентов  
очной и заочной форм обучения,  
направление 250400 «Технология лесозаготовительных  
и деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург  
Брно  
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии лесомеханического факультета.

Протокол № 2 от 5 октября 2011 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры ТОЛП А.В. Солдатов

Редактор О.В. Атрошенко

Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

---

Подписано в печать 28.09.12

Печать плоская

Заказ №

Формат 60x84 1/16

Печ. л. 1,16

Поз. 1

Тираж 50 экз.

Цена 6 р. 24 к.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## Введение

Настоящие методические указания предназначены для студентов направления 250400 профиля «Лесоинженерное дело». Целью данной разработки является оказание помощи в самостоятельном изучении конструкции, расчетов и технологии лесосечных работ с применением канатных трелевочных установок. Этот вид грузопереместительного оборудования вынесен для самостоятельного изучения в рамках курса «Технология лесопромышленного оборудования».

Прежде чем начать самостоятельное изучение канатных трелевочных установок, следует вспомнить некоторые разделы ранее пройденных дисциплин, которые помогут разобраться в приведенных ниже расчетах и лучше усвоить изложенный материал. Речь идет о таких дисциплинах, как «Соппротивление материалов» и «Детали машин». Установление параметров канатных установок предполагает знание методов определения усилий при натяжении гибкой нити, при расчете стержня на устойчивость. Оценить работоспособность отдельных элементов канатных установок невозможно без знаний методов выбора и проверки на прочность муфт, редукторов, канатов и прочих деталей машин и механизмов.

Трелевка – перемещение деревьев, хлыстов или сортиментов от места валки на верхний склад или лесопогрузочный пункт. Поскольку трелевочные средства перемещаются по обширной территории и работают на одной лесосеке сравнительно короткий отрезок времени, нет необходимости устраивать дороги, и трелевку проводят в весьма трудных условиях. Эти условия характеризуются разнообразным естественным рельефом, состоянием лесных почвогрунтов, наличием или отсутствием снежного покрова, многочисленными препятствиями в виде пней, валежника, валунов и т. д. Существенным фактором, влияющим на выбор трелевочных средств, является экологический фактор. Широкое применение на трелевке тяжелых самоходных машин, их многократные проходы по технологическим коридорам приводят к разрушению почвенного слоя, эрозии, образованию глубокой колеи, повреждению корневой системы растущих деревьев и подроста. Мировая практика лесозаготовок все чаще обращается к канатным установкам, которые в качестве трелевочных средств в большей степени отвечают экологическим ограничениям. Перспективные разработки в области лесного машиностроения включают в лесозаготовительную систему шагающий харвестер (проект Plustech) и канатную трелевочную установку. При этом если прежде использование канатных установок ограничивалось горными условиями или болотистой местностью, то в настоящее время данное трелевочное средство используется и в равнинной местности с целью сохранения почвенного слоя или оптимизации затрат на трелевку

древесины. Большим опытом применения и изготовления канатных установок обладают лесные предприятия Чехии.

## 1. Типы канатных трелевочных установок

Канатная установка состоит из привода, опор, основной и вспомогательной канатоблочной систем, грузовой каретки, грузозахватного приспособления. В качестве привода канатных трелевочных установок используются многобарабанные лебедки с электродвигателем или с двигателем внутреннего сгорания. Основная канатоблочная система содержит грузовой, тяговый, несущий канаты, полиспасты и блоки для подвески канатов. Вспомогательная канатоблочная система состоит из крепежных оттяжек, талрепов и монтажных полиспастов. Грузовая каретка применяется только в установках с несущим канатом. Опоры канатных трелевочных установок – мачты (головная, тыловая, промежуточная) в зависимости от их компоновки установки подразделяются (рис. 1):

- на одномачтовые (беспролетные);
- двухмачтовые (однопролетные);
- многомачтовые (многопролетные).

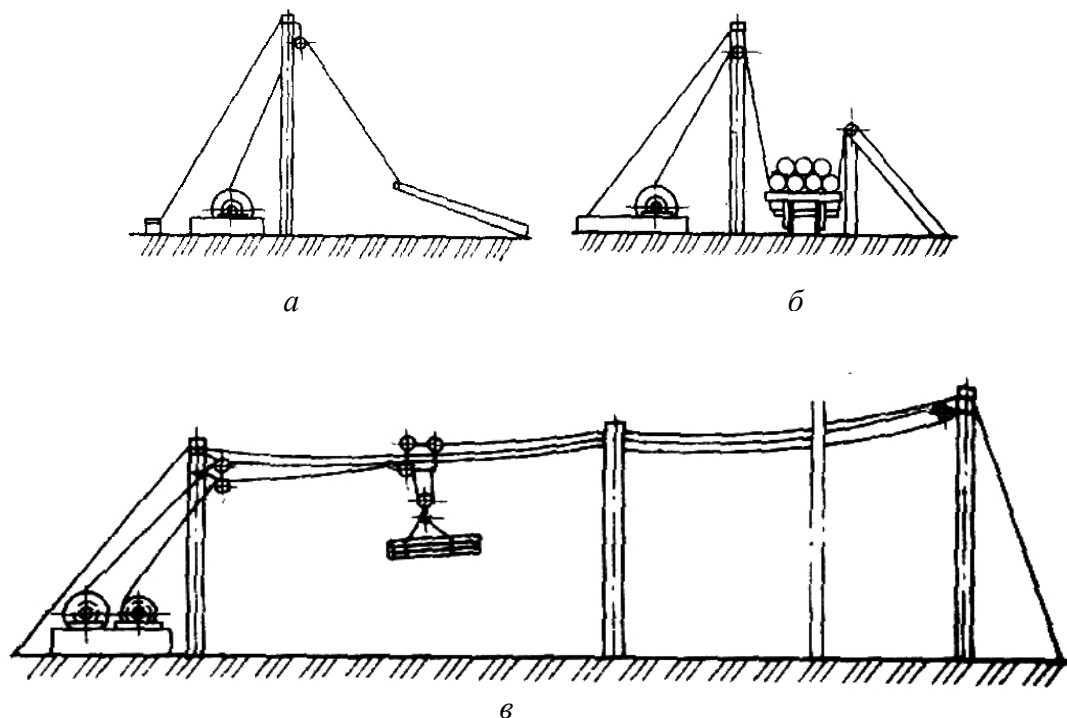


Рис. 1. Типы канатных установок:

*a* – одномачтовая; *б* – двухмачтовая; *в* – многомачтовая

Для трелевки лесоматериалов при разработке лесосек с большим запасом применяют **стационарные** канатные установки. Для лесосек

с небольшим запасом древесины используются **передвижные** канатные установки.

В зависимости от комплектации основной канатоблочной системы установки бывают **без несущего каната** (трелевка волоком или полуволоком) и **с несущим канатом** (трелевка полуволоком или в подвешенном состоянии).

## 2. Устройство трелевочных лебедок

В качестве энергетического привода канатных трелевочных установок применяют лебедки.

Лебедка имеет следующие основные узлы: двигатель, редуктор, барабаны, муфты включения барабанов, тормоза, устройство для управления лебедкой и раму, на которой смонтированы все узлы. Исполнительные механизмы лебедки – барабаны, служащие для навивки канатов. При многорядной навивке применяют барабаны с ребордами; одну из реборд обычно выполняют как ведомую часть муфты включения и одновременно как тормозной шкив. Наибольшее распространение получили фрикционные муфты включения, у которых движение от ведущей части к ведомой передается через трение соприкасающихся поверхностей. Применяют следующие типы фрикционных муфт: конусные, радиально-колодочные, ленточные, ленточно-планетарные, дисковые. Благодаря простоте и надежности наиболее распространены конусные муфты, состоящие из конусов ведущего, закрепленного на зубчатом колесе и покрытого фрикционным материалом, и ведомого, соединенного с барабаном или отлитого вместе с ним. Для включения муфты ее ведущей или ведомой части придают осевое движение с помощью резьбовой нажимной втулки, соединенной с подвижной частью муфты. У лебедок большой грузоподъемности применяют пневматические колодочные и ленточные фрикционные муфты. Принцип работы их следующий. На ведущей части муфты укреплен обойма с кольцевой резиновой камерой и колодки или лента с фрикционной обкладкой. При выключенной муфте колодки или лента пружинами оттянуты к ступице. Для включения муфты сжатый воздух подается в камеру, прижимая колодки или ленту к ведомой части муфты, связанной с барабаном. Воздух к вращающейся муфте подводится специальным устройством. Барабаны лебедок имеют ленточные и колодочные тормоза. Первые, установленные на рабочих барабанах, обычно рассчитаны на полную их грузоподъемность. Колодочными тормозами снабжают барабаны обратного хода, постоянно их притормаживающие для равномерного разматывания каната. Лебедки выпускают с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания.

Передаточный механизм лебедки – одно- или двухскоростной редуктор и ряд открытых зубчатых передач. Ведущий вал редуктора приводится в движение от вала двигателя через соединительную муфту или муфту сцепления. Рама лебедки металлическая, сварной конструкции. Для удобства перемещения лебедки раму часто выполняют в виде полозьев. Управление муфтами включения и ленточными тормозами барабанов производят с одного места посредством рычагов и тяг либо пневматического или гидравлического привода. Приводятся в действие исполнительные механизмы лебедки от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного или дизельного).

Технические характеристики лебедок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика лебедок

Показатель	ГИЛМ-4	ЛЛ-8	ЛЛ-12А	ЛЛ-14Д
1	2	3	4	5
Тип приводного двигателя	Д-60Р	ЯМЗ-204В	Д37Е-С2	
Мощность двигателя, кВт	44	99,4	37	
Количество барабанов	5	4	2	4
<i>Основной грузовой барабан</i>				
Наибольшее тяговое усилие, кН	60	67,7	39,2	45
Скорость движения каната, м/с	0,5–1,6	0,3–0,45	0,5–0,68	
Диаметр каната, мм	20	20	12,5	15,5
Канатоемкость, м	350	400	1000	550
<i>Основной возвратный барабан</i>				
Наибольшее тяговое усилие, кН	20	20,6	36,3	40
Скорость движения каната, м/с	1,8–2,7	0,4–7,72	–	0,45–7,76
Диаметр каната, мм	11	11	–	9,9
Канатоемкость, м	650	800	–	800
<i>Вспомогательный грузовой барабан</i>				
Наибольшее тяговое усилие, кН	30	62	25	40
Скорость движения каната, м/с	0,67–1,53	0,17–1,96	0,5–0,68	0,5–0,68
Диаметр каната, мм	15,5	20	9,9	15
Канатоемкость, м	100	400	250	160
<i>Вспомогательный возвратный барабан</i>				
Наибольшее тяговое усилие, кН	20	20	–	26
Диаметр каната, мм	11	11	–	9,9
Канатоемкость, м	125	200	–	250
<i>Приставные барабаны</i>				
Наибольшее тяговое усилие, кН	20	22,5	–	–
Диаметр каната, мм	11	11	–	–
Канатоемкость, м	125	300	–	–
Масса лебедки (без канатов), т	6	4,82	2,6	4,1

### 3. Расчет канатоемкости барабана лебедки и скорости канатов

Канатоемкость барабана лебедки зависит от его назначения, расстояния перемещения груза и может быть определена по формуле

$$L = L_1 + L_2,$$

где  $L$ ,  $L_1$  и  $L_2$  – соответственно канатоемкость барабана, наибольшее расстояние перемещения груза и дополнительная длина каната, м.

Величину  $L_1$  для рабочего барабана принимают по условиям работы лебедки. При определении расстояния перемещения груза следует учитывать влияние таких факторов, как трудозатраты на выполнение подготовительных и вспомогательных работ, строительство усов лесовозных дорог, лесопогрузочных пунктов (верхних складов) и др. Для трелевки в равнинных условиях  $L_1$  не должно превышать 300 м, в горной местности – 1000 м, при штабелевке и погрузке на лесопогрузочных пунктах (верхних складах) – до 100 м.

Дополнительная длина каната  $L_2$  зависит от технологических условий и составляет 20...70 м. Канатоемкость барабана для подачи оборудования к месту прицепки груза должна превышать в 2,1...2,3 раза канатоемкость рабочего барабана.

Канаты навиваются на барабан в несколько рядов. Реборды барабанов делаются высокими. При известных размерах барабана можно определить его канатоемкость, которая равна произведению средней длины витка на общее число витков каната на барабане.

Средняя длина витка  $l_{cp}$  определяется:

$$l_{cp} = \frac{\pi(D_p - 4d_k + D_{\phi})}{2},$$

где  $D_p$ ,  $D_{\phi}$ ,  $d_k$  – соответственно диаметр реборды, барабана и каната, м.

Число витков  $i_z$ , расположенных по длине барабана в одном ряду, может быть определено по формуле  $i_z = i_{\phi} \varphi / d_k$ , где  $i_{\phi}$  – длина барабана, м;  $\varphi$  – коэффициент плотности укладки витков на барабане ( $\varphi = 0,9...0,95$ ).

Число рядов каната  $i_{\phi}$ , расположенных по вертикали с учетом запаса в  $2d_k$  между краем реборды и верхним рядом навивки, определяется:

$$i_{\phi} = \frac{(D_p - 4d_k - D_{\phi})}{2d_k}.$$

Общее число витков каната, размещающегося на барабане:

$$i = i_z i_{\phi} = \frac{l_{\phi} \varphi (D_p - 4d_k - D_{\phi})}{2d_k^2}.$$

Общая канатоемкость барабана  $L$  может быть определена в метрах:

$$L = l_{cp} i = \frac{\pi \varphi l_{\phi} [(D_p - 4d_k)^2 - D_{\phi}^2]}{4d_k^2}.$$



Скорости движения канатов лебедки различны в зависимости от выполняемых ими работ. Например, скорости движения возвратного и вспомогательного канатов значительно выше скоростей рабочего и погрузочно-го. Поскольку канат навивается на барабан лебедки в несколько рядов, скорость движения его изменяется.

Для любого ряда витков скорость навивки каната в метрах в секунду определяется:

$$v_i = \pi [D_{\sigma} + (2i_n - 1)d_k] n,$$

а наибольшая  $v_{\max}$ , получающаяся при навивке каната на последний ряд витков:

$$v_{\max} = \pi (D_p - 5d_k) n,$$

где  $n$  – частота вращения барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;  $i_n$  – порядковый номер ряда навивки каната на барабан.

Соотношения между скоростями движения каната на верхних и нижних рядах витков значительны. У трелевочных лебедок оно равно 1,5...2.

#### 4. Расчет усилий в мачте и растяжках канатной установки

Усилия в трелевочной мачте и крепящих ее растяжках определяются в соответствии с тяговым усилием лебедки, высотой мачты, числом растяжек и схемой расположения трелевочных канатов.

Расчетная схема для определения усилий в трелевочной мачте и крепящих ее растяжках. Мачта АО удерживается в вертикальном положении растяжками, расположенными симметрично по отношению к ней. Усилие в ветви грузового каната, направленной в сторону лебедки, принимаем  $F_1 = F_{\text{тяг}}$ , а в ветви, направленной к трелеваемой пачке,  $F_2 = F_{\text{тяг}} \eta_{\text{бл}}$ . Усилие в возвратном канате лебедки не учитывается, так как оно мало по сравнению с усилием в грузовом канате.

Усилие в растяжке определяется по формуле

$$F_p = \frac{F_{\text{тяг}} \cos \alpha - F_{\text{тяг}} \eta_{\text{бл}} \cos \beta \cos \omega}{\cos \gamma \cos \delta},$$

где  $F_p$  – усилие в растяжке, Н;

$\alpha$  – угол наклона ветви рабочего каната, идущей от лебедки к вершине мачты;

$\beta$  – угол наклона ветви рабочего каната, идущей от вершины мачты к трелеваемой пачке;

$\omega$  – угол между линией, соединяющей лебедку с основанием мачты, и направлением трелевки;

$\delta$  – угол между линией, соединяющей лебедку с основанием мачты, и проекцией растяжки на горизонтальную плоскость;

$\eta_{\text{бл}}$  – коэффициент полезного действия блока.

Наибольшие значения натяжения растяжки (при четырех растяжках) будет при  $\omega = \pi/2$  рад и  $\delta = \pi/4$  рад. В этом случае максимальное натяжение растяжки

$$F_{p.\max} = \frac{F_{\text{тяг}} \cos \alpha}{0,7 \cos \gamma}.$$

Диаметр каната выбирается по разрывному усилию  $F_{\text{раз}} = F_{p.\max} k$  по каталогу для стальных канатов. Коэффициент запаса прочности  $k$  принимается в зависимости от режима работы каната.

Для определения усилия  $F_m$  в мачте используем формулу

$$F_m = F_{\text{тяг}} \sin \alpha + F_{\text{тяг}} \eta_{\text{бл}} \sin \beta + F_p \sin \gamma.$$

Наибольшее усилие в мачте возникает тогда, когда  $\beta + \gamma = \pi/2$  рад.

## 5. Расчет объема пачки и производительности канатных установок

Объем пачки, трелюемой канатной установкой, зависит от тягового усилия лебедки и условий трелевки (времени года, способа перемещения пачки и др.).

Объем трелюемой пачки определяется по формуле

$$M_n = \frac{m_n (1 - \beta_{\text{кр}} - \beta_{\text{к}}) q}{\rho},$$

где  $M_n$  – объем трелюемой пачки, м<sup>3</sup>;

$\beta_{\text{кр}}$  – доля массы пачки, приходящаяся на крону при трелевке хлыстов или сортиментов,  $\beta_{\text{кр}} = 0$ ;

$\beta_{\text{к}}$  – доля массы пачки, приходящаяся на кору;

$\rho$  – плотность древесины, т/м<sup>3</sup>.

Средний объем трелюемой пачки равен:

$$M_{\text{ср}} = M_n \varphi_2,$$

где  $\varphi_2$  – коэффициент использования расчетного объема пачки ( $\varphi_2 = 0,75 \dots 0,85$ ).

Производительность канатных установок зависит от их назначения и типа, расстояния трелевки, объема трелюемой пачки, почвенно-грунтовых условий и рельефа, времени года и др. Расчетная производительность в кубометрах в час может быть определена по формуле

$$P_p = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} M_n \varphi_2,$$

где  $M_n$  – расчетный объем трелюемой пачки, м<sup>3</sup>;

$T_{\text{ц}}$  – время цикла трелевки пачки, с.

Для трелевочно-транспортной канатной установки время цикла трелевки одной пачки определяется:

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

где  $t_1$  – время формирования пачки деревьев (хлыстов), с:

$$t_1 = 60a_0M_n\varphi_2;$$

$t_2$  – время, затрачиваемое на оттаскивание крюковой обоймы к месту зацепки пачки, перемещения пачки по волоку к несущему канату, с:

$$t_2 = \frac{2l_g}{v_{св}} \text{ или } t_2 = \frac{4l_g}{v_{p,g} + v_{x,g}},$$

где  $v_{p,g}$ ,  $v_{x,g}$  – скорости движения крюковой обоймы в грузовом и холостом направлениях, м/с;

$l_g$  – среднее расстояние подтаскивания заготовленного леса к трассе несущего каната;

$v_{св}$  – средняя скорость движения крюковой обоймы в грузовом и холостом направлениях;

$t_3$  – время отцепки пачки на погрузочной площадке, с:

$$t_3 = 60(b_0 + c_0M_n\varphi_2),$$

где  $a_0$ ,  $b_0$ ,  $c_0$  – постоянные коэффициенты; для расчетов можно принимать значения коэффициентов, приведенные в табл. 2.

$t_4$  – время движения пачки по трассе несущего каната и холостого хода каретки, с:

$$t_4 = \frac{2L_{mp}}{v_{ср}} \text{ или } t_4 = \frac{4L_p}{v_{z,m} + v_{x,m}},$$

$v_{z,m}$ ,  $v_{x,m}$  – скорости движения каретки по несущему канату в грузовом и холостом направлениях, м/с;

$L_{mp}$  – длина пути каретки, м;

$v_{ср}$  – средняя скорость движения каретки по несущему канату.

Таблица 2

Значения коэффициентов в зависимости от объема хлыста

Средний объем хлыста, м <sup>3</sup>	$a_0$	$b_0$	$c_0$	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup>	$a_0$	$b_0$	$c_0$
0,15...0,25	4,1	3,0	0,38	0,51...0,75	3,1	2,7	0,18
0,26...0,50	3,5	2,9	0,24	0,75...1,0	2,3	2,1	0,13

Производительность канатной установки в смену в кубометрах определяется:

$$П_{см} = (T_{см} - t_p) П_p,$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, ч;

$t_p$  – регламентированные простои, ч/смена ( $t_p = 1,38$  ч/смена).

При работе трелевочно-погрузочных установок погрузка совмещается с трелевкой или выполняется отдельно. В тех случаях, когда эти операции выполняются одновременно, общая производительность установки определяется ее производительностью на трелевке.

В случае раздельного выполнения погрузки, в том числе и во времени, производительность установки определяется отдельно на трелевке  $П_m$  и на погрузке  $П_n$ . Общая производительность (на трелевке и погрузке)  $П_{общ}$  определится уравнением:

$$П_{общ} = \frac{П_m П_n}{П_m + П_n},$$

где  $П_m$  и  $П_n$  – соответственно производительность на трелевке и на погрузке.

## 6. Канатные лесотранспортные установки

Канатные установки предназначены для трелевки и транспортировки леса с лесосеки, расположенной на крутом склоне, до погрузочного пункта. Они представляют собой канатно-блочные системы со стационарным или самоходным приводом и разделяются на подвесные и полуподвесные. Наибольшее распространение получили подвесные канатные установки.

В соответствии с ОСТ 13–81–80 «Установки канатные подвесные для лесозаготовок. Типы и основные параметры» выпускают канатные установки трех типов в зависимости от характера выполняемой ими работы: трелевочно-транспортные, транспортные и короткодистанционные.

Трелевочно-транспортные установки, оснащенные несущим и тягово-грузоподъемным канатами, обеспечивают подтрелевку древесины к несущему канату с расстояния до 50 м и подвесную транспортировку древесины на расстояние до 1200 м. Наиболее распространены установки УК-1-3А, ЛЛ-26А, ЛЛ-26Б, ЛЛ-26Д и ЛЛ-33. Технические характеристики основных типов канатных установок отечественного производства представлены в табл. 3, зарубежного производства – представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 3

Техническая характеристика канатных установок

Тип	ЛЛ-26А Много- пролетная треле- вочно- транс- портная	ЛЛ-27	ЛЛ-29	ЛЛ-25 Одно- пролетная треле- вочно- транс- портная	ЛЛ-24 Много- пролетная треле- вочно- транс- портная	ЛЛ-20 Одно- пролетная треле- вочная
		Многопролетная транспортная				
Протяжен- ность трассы, м	До 1200	До 1000	До 1000	До 400	До 1000	До 350
Грузоподъем- ная сила, кН	32	32	63	32	63	63
Скорость движения ка- ретки, м/с	7...10	До 7	До 7	До 1, 2	0,3...0,7	До 3,7
Уклон трассы, град.	До 35	До 35	До 35	—	До 35	—
Несущего	25...28	25,0	32...39	14...15	20	
Грузоподъем- ного	—	10,5	12	—	10,5	
Тягового	12	13,0	15,0	—	10,5	
Привод	Лебедка ЛЛ-26	Лебедка ЛЛ-12А	Лебедка ЛЛ-8	Трактор с канато- ведущим направ- ляющим устройст- вом	Трактор Т-40А	Трактор ТТ-4
Сменная про- изводитель- ность, м <sup>3</sup>	33...40	40...50	60...70	40...50	18...20	До 75

В европейских странах в настоящее время широкое распространение получили канатные установки LARIX производства Чехии. Работают они и на лесозаготовках в России, причем не только в горных условиях, но и на лесосеках, имеющих лесные почвы со слабой несущей способностью. Наиболее перспективна для российских условий канатная дорога LARIX Н 3-650.

Эта установка позволяет проводить трелевку как на склонах, так и на ровном месте. Технологически установка может быть применена для сплошнолесосечных работ и при выборочных рубках.

Таблица 4

Технические характеристики канатных установок  
серии LARIX (Чехия)

1	Тип	3Т 500	3Т 650	3Т 800
2	Мощность двигателя, кВт	70	70	70
3	Дальность действия, м	500	650	800
4	Грузоподъемность, кг	3000	2500	2000
5	Емкость барабана, м/мм			
	Несущий канат	500/20	650/18	800/16
	Рабочий канат в секциях	1400/12,5	1700/12,5	1900/11,2
	Подъемный канат	200/12,5	200/11,2	200/11,2
	Вспомогательный канат	500/6	650/6	800/6
	Монтажный канат текстильный	1100/8	1300/8	1600/8
6	Сила/скорость, кН / м/с			
	Несущий канат	60/2,2	50/2,2	40/2,2
	Рабочий канат с грузом	26/2,1	26/2,1	26/2,1
	Рабочий канат без груза	10/5	10/5	10/5
	Подъемный канат	32/1,5	28/1,5	26/1,5
7	Высота башни, м	6,4	6,4	6,4
8	Масса, кг			
	Станция с башней	3050	3050	3050
	Магазин рабочих канатов	1350	1450	1450

Таблица 5

Технические характеристики современных моделей канатных  
установок серии LARIX (2009 г.)

1	Тип	Kombi H	3Т	H 3 – 650
2	Монтаж	Трактор	Трактор	– Автомобиль – Прицеп
	Мощность, кН	37	90	
3	Грузоподъемность, кг	До 2000	3000	3000
4	Дальность перемещения, м	До 350	800	700
5	Механизм передачи		Механическая	Гидростатическая
6	Каретка	Sherpa U 3t	KOS-31	- Sherpa U 3t Koller 1,5 - KOS-31
7	Управление	Радиоупр.	Радиоупр.	Радиоупр.

Установка LARIX H 3-650 может быть смонтирована на базе трактора МТЗ-80 и приводится в действие от вала отбора мощности. На раме трактора устанавливается основная опорная мачта, блок барабанов с пневматическими тормозами и магазин канатов. В качестве тыловой мачты используется подходящее дерево. Грузовая каретка, перемещающаяся

по несущему канату, обеспечивает транспортировку грузов (хлыстов, сортиментов) как в подвешенном, так и в полуподвешенном состоянии. Управление канатной дорогой производится с помощью радиосигнала дистанционно. Пульт управления находится у рабочего, формирующего транспортный пакет. Установка имеет высокую степень автоматизации.

## 7. Трелевка леса канатными установками

В зависимости от условий лесозаготовок возможны следующие варианты трелевки леса канатными установками: подтрелевка на спуск леса самой установкой; подтрелевка леса к трассе канатной установки специальными средствами; использование лишь для спуска подтрелеванного леса.

В обоих случаях порядок спуска одинаков: лебедчик, получив сигнал от рабочего отцепщика о том, что каретка подготовлена к отправке на лесосеку, в свою очередь дает предупредительный сигнал и включает барабан лебедки сначала на низшей передаче, постепенно развивая максимально возможную в данных условиях скорость. У стопора лебедчик снижает скорость движения каретки.

При ударе о стопор грузовой крюк освобождается от защелки (фиксатора) и падает на землю. Если древесину подтрелевывают к канатной установке специальными средствами, прицепщики приступают к прицепке груза. Если же подтрелевку леса производят самой установкой, один из прицепщиков отводит грузовой крюк по пасечному волоку к месту прицепки, второй в это время подтягивает тягово-грузоподъемный канат.

Кольцо заблаговременно прикрепленного к полу-хлысту (сортименту) чокера прицепщик набрасывает на крюк и закрывает его защелкой, затем подает лебедчику сигнал о пуске лебедки в ход. При подтаскивании бревна один из прицепщиков, находясь с нагорной стороны, следит за его движением и при необходимости дает сигнал об остановке лебедки через второго прицепщика, находящегося у телефона.

Определенным положением стопора бревна, предназначенные для подтрелевки, приподнимают и тягово-грузоподъемным канатом вплотную подводят к каретке. При этом происходит освобождение грузового крюка с кареткой, которая отключается от стопора и движется с грузом к погрузочному пункту. Здесь отцепщик рычагом открывает защелку грузового крюка, и бревно откатывается в сторону эстакады; на крюк надевают освободившиеся чокеры.

Канатными установками осваивают лесосеки, удаленные от лесовозной дороги или отделенные от нее естественным препятствием (рис. 2). Канатную установку монтируют в направлении вниз по склону от дальнего конца лесосеки до лесовозной дороги. Лебедку устанавливают у лесовоз-

ной дороги, обеспечивая тем самым погрузку хлыстов на лесовозный транспорт крупнопакетной установкой, которую монтируют одновременно с канатной установкой. Лесосеку разбивают на пасеки, располагаемые обычно поперек склона. Через каждую пасеку прокладывают тракторные трелевочные волокна. Хлысты формируют в пачки и транспортируют канатной установкой к лесовозной дороге в подвешенном положении. Подтрелевку леса к несущему канату выполняют канатной установкой или другими средствами.

Комплексная бригада, обслуживающая установку, состоит из семи-девяти человек: тракторист, лебедчик, вальщик, помощник вальщика, один-два обрубщика сучьев, один-два прицепщика, отцепщик.

При использовании установок в крупномерных насаждениях в качестве их привода целесообразно применять лебедки ЛЛ-8. Большая мощность двигателя, наличие пятискоростной коробки передач и реверса значительно расширяют эксплуатационные возможности лебедки и позволяют лебедчику выбирать оптимальный режим работы канатной установки в зависимости от конкретных условий (уклон, нагрузка, скорость движения каретки).

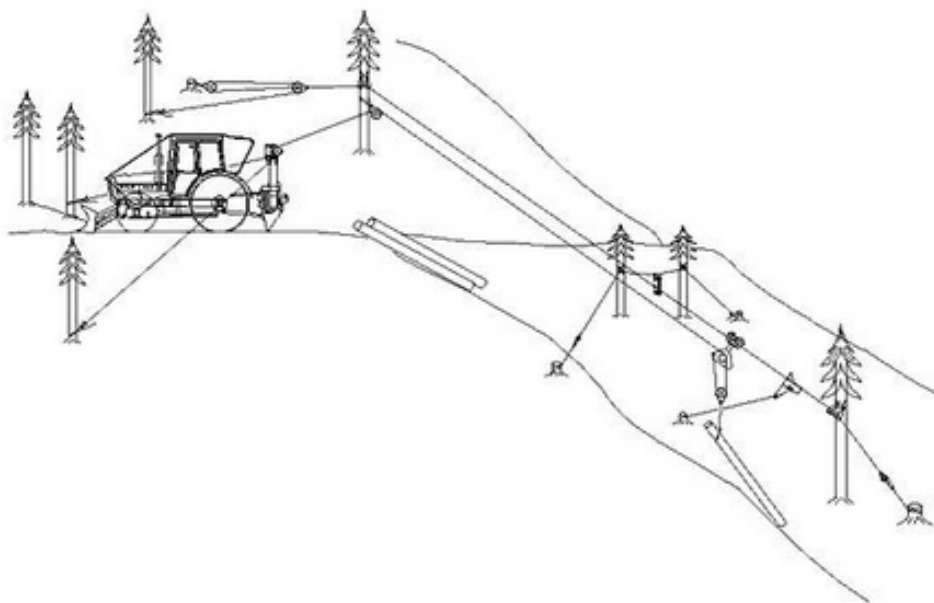


Рис. 2. Освоение лесосеки канатными установками

Технологическая схема освоения лесосеки представлена на рис. 3. После разбивки лесосеки на прямоугольные пасеки шириной до 25 м звено вальщиков (два человека) приступает к работе в первой пасеке. Валят деревья, начиная от подошвы склона, в направлении вниз по склону так, чтобы их вершины ложились параллельно продольной оси пасеки. После валки 10...15 деревьев с них срезают сучья. При переходе звена вальщиков



в четвертую пасаку в первой пасаке звено трелевщиков (три человека) приступает к монтажу самоходной канатной установки. Трактор устанавливают у подошвы склона напротив первой пасаки, канатно-блочную оснастку прокладывают посредине пасаки. Закончив монтаж, звено трелевщиков начинает трелевку хлыстов к подошве склона, укладывая их параллельно тупику лесовозной дороги в один или два штабеля вдоль тягово-несущего каната. По окончании работы в первой пасаке трактор, тягово-несущий канат и тыловой блок перемещают в соседнюю пасаку.

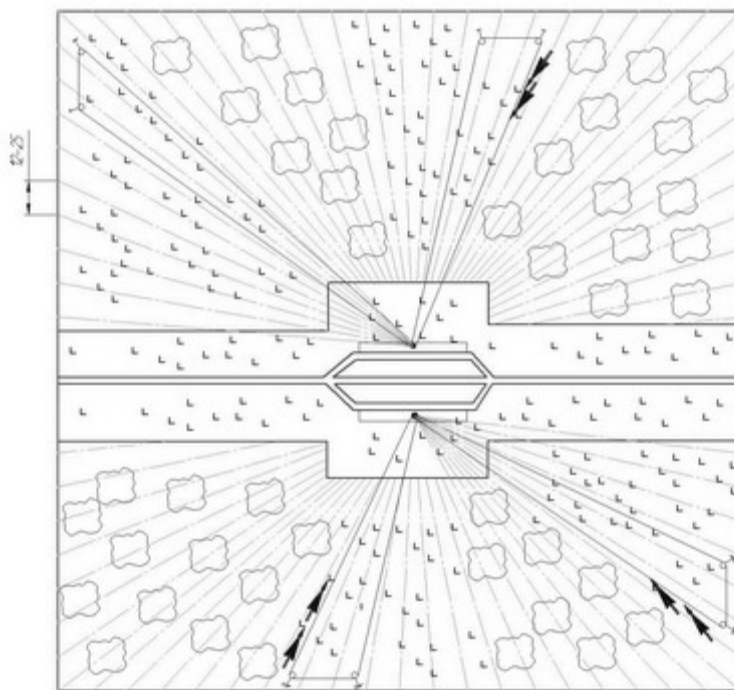


Рис. 3. Технологическая схема освоения лесосеки

## 8. Калькуляция затрат на трелевку леса канатными установками (на примере канатной установки LARIX 3T)

### Исходные данные

Цена канатной дороги	75 000 долларов (USD) включительно с установкой на трактор
Цена трактора Z 9540	Приблизительно 30 000 долларов (USD)
Покупная цена	105 000 долларов (USD) (включая трактор)
Коэффициент лизингового завышения или кредита банка	1,23
Общая цена	129 150 долларов (USD)
Срок службы	8 лет
Производительность	7500 м <sup>3</sup> в год

Считается с ресурсом 1300 эффективных (производственных) часов в год.

Производительность канатной дороги за 1 час составляет  $5,77 \text{ м}^3$ , т. е.  $1300 \text{ часов} \cdot 5,77 = 7500 \text{ м}^3$ .

**Примечание:** при сплошной вырубке с канатной дорогой Lагіх достигается производительность выше  $6 \text{ м}^3$  в час.

Средний расход дизельного топлива на  $1 \text{ м}^3$  лесоматериала составляет 0,65 л.

Средняя заработная плата двух работников, обслуживающих канатную дорогу, составляет 14 000 долларов (USD) в год, включая социальное страхование.

Средние затраты на ремонт и запасные части в течение срока службы составляют 31 500 долларов (USD) (коэффициент 0,3 из покупной цены).

## Расчет затрат

**А.** Трелевка лесоматериала канатной дорогой:

(1) отчисления: 
$$\frac{129\,150}{8 \text{ лет} \cdot 7500 \text{ м}^3} = 2 \text{ доллара (USD)/м}^3,$$

(2) ремонт: 
$$\frac{105\,000 \cdot 0,3}{8 \text{ лет} \cdot 7500 \text{ м}^3} = 0,5 \text{ доллара (USD)/м}^3,$$

(3) ГСМ: 
$$0,65 \cdot 0,7 \text{ долларов (USD)/литр} = 0,5 \text{ доллара (USD)/м}^3,$$

(4) оклады: 
$$\frac{14\,000}{7500 \text{ м}^3} = 2 \text{ доллара (USD)/м}^3,$$

сумма:  $(1) + (2) + (3) + (4) = 5 \text{ долларов (USD)/м}^3.$

**Б.** Вырубка – приблизительно 3 доллара (USD)/м<sup>3</sup>.

**В.** Транспорт на ОМ (приблизительно 25 % затрат на трелевку соматериала канатной дорогой) приблизительно 1,25 доллара (USD)/м<sup>3</sup>.

Эксплуатация на лесосеке и трелевка всего: **А + Б + В = 9, 25 долларов (USD)/м<sup>3</sup>.**

Повышение затрат происходит:

- при снижении годового объема лесозаготовок ниже  $7500 \text{ м}^3$ ;
- при объеме древесины на одной трассе канатной дороги ниже  $250 \text{ м}^3$ .

### Список рекомендуемой литературы

1. *Гороховский К.Ф., Лившиц Н.В.* Машины и оборудование лесосечных и лесоскладских работ: учеб. пособие для вузов. М.: Экология, 1991. 528 с.
2. *Кочегаров В.Г., Бит Ю.А., Меньшиков В.Н.* Технология и машины лесосечных работ: учебник для вузов. М.: Лесная промышленность, 1990. 392 с.
3. *Шкиря Т.М.* Технология и машины лесосечных работ. Львов: Выща школа, 1988. 264 с.
4. *Смогунов Н.С., Гребенников Н.Д.* Технология и оборудование лесопромышленных предприятий: учеб. пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. 265 с.
5. *Варданян Г.С., Андреев В.И.* Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Ассоциации строительных вузов, 1995. 568 с.
6. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. М.: Минстрой России, 1995. 96 с.
7. *Боровиков А.М., Уголев Б.Н.* Справочник по древесине. М.: 1998. 291 с.
8. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. М.: Стройиздат, 1983. 31 с.
9. Лесная канатная дорога LARIX 650. Инструкция по обслуживанию. Научно-исследовательская станция. Кржтины. Чехия.
10. Информационный сайт Учебного лесного предприятия «Масариков Лес, Кржтины» [Электронный ресурс]. URL: [www.slpkrtiny.cz](http://www.slpkrtiny.cz).